

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-272204
(43)Date of publication of application : 05.10.2001

(51)Int.CI.

G01B 7/30
B62D 5/04
B62D 5/06
G01D 5/22
G01D 5/245
G01L 3/10
G01L 5/22
H02K 24/00

(21)Application number : 2000-083987

(71)Applicant : SAMUTAKU KK

(22)Date of filing : 24.03.2000

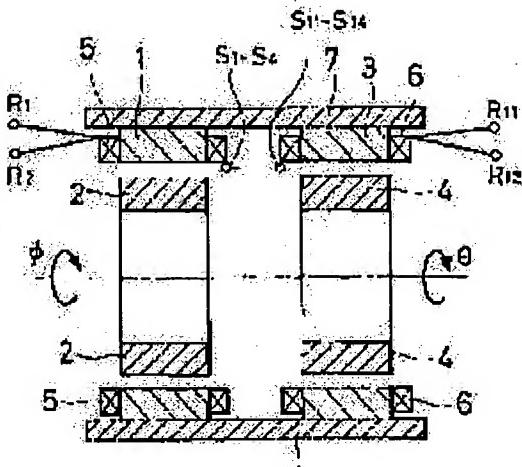
(72)Inventor : NARUSE MAKOTO
MARUYAMA YUJI

(54) TORSION QUANTITY MEASURING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a torque measuring apparatus which enables miniaturization and a lower cost with a simple structure.

SOLUTION: In the torsion quantity measuring apparatus, which has an input side rotor 2 and an output side rotor 4 arranged free to rotate circumferentially and detects a relative torsion quantity between the input side rotor 2 and the output side rotor 4, an input side stator 1 is installed at a position facing the input side rotor 2 in the circumferential direction thereof at a prescribed interval and an output side stator 3 at a position circumferentially facing the output side rotor 4 at a prescribed interval. The input side stator 1 and the output side stator 3 have respectively an exciting winding 5 and 6, and the output winding of the input side stator 1 and the output winding of the output side stator 3 are interconnected.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-272204

(P2001-272204A)

(43)公開日 平成13年10月5日 (2001.10.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マーク(参考)
G 01 B 7/30	1 0 1	G 01 B 7/30	1 0 1 A 2 F 0 5 1
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	2 F 0 6 3
5/06		5/06	B 2 F 0 7 7
G 01 D 5/22		G 01 D 5/22	A 3 D 0 3 3
5/245	1 0 1	5/245	1 0 1 U

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-83987(P2000-83987)

(71)出願人 592002905

サムタク株式会社

東京都千代田区九段北四丁目1番7号

(22)出願日 平成12年3月24日 (2000.3.24)

(72)発明者 成瀬 誠

東京都調布市調布ヶ丘3丁目6番地2 サ
ムタク株式会社内

(72)発明者 丸山 裕児

東京都調布市調布ヶ丘3丁目6番地2 サ
ムタク株式会社内

(74)代理人 100082865

弁理士 石井 陽一 (外1名)

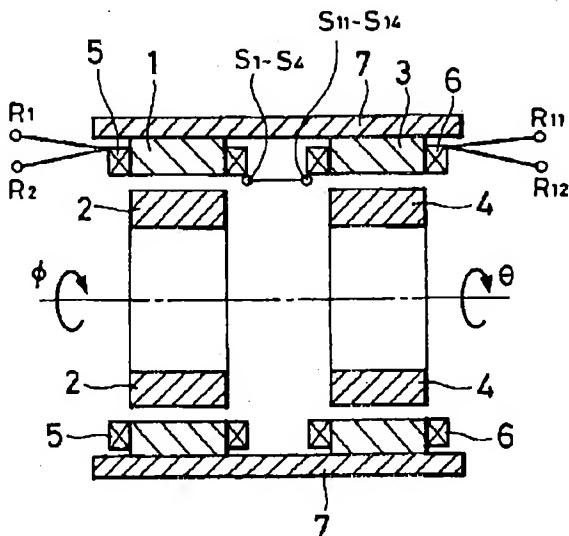
最終頁に続く

(54)【発明の名称】ねじれ量測定装置

(57)【要約】

【課題】簡単な構造で小型かつ低コスト化が可能なトルク測定装置を提供する。

【解決手段】円周方向に回動自在に配置された入力側ロータ2と出力側ロータ4とを有し、これら入力側ロータ2と出力側ロータ4との相対ねじれ量を検出するねじれ量測定装置であって、前記入力側ローター2と周方向に対向する位置には所定間隔をおいて入力側ステータ1を有し、前記出力側ローター4と周方向に対向する位置には所定間隔をおいて出力側ステータ3を有し、前記入力側ステータ1と出力側ステータ3は、それぞれ励磁巻線および出力巻線5、6を有し、かつこの入力側ステータ1の出力巻線と出力側ステータ3の出力巻線とが相互に接続されている構成のねじれ量測定装置とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 円周方向に回動自在に配置された入力側ロータ(2)と出力側ロータ(4)とを有し、これら入力側ロータ(2)と出力側ロータ(4)との相対ねじれ量を検出するねじれ量測定装置であって、

前記入力側ローター(2)と周方向に対向する位置には所定間隔をおいて入力側ステータ(1)を有し、

前記出力側ローター(4)と周方向に対向する位置には所定間隔をおいて出力側ステータ(3)を有し、

前記入力側ステータ(1)と出力側ステータ(3)は、それぞれ励磁巻線および出力巻線(5, 6)を有し、かつこの入力側ステータ(1)の出力巻線と出力側ステータ(3)の出力巻線とが相互に接続されているねじれ量測定装置。

【請求項2】 前記入力側ステータ(1)の励磁巻線に励磁信号を入力し、出力側ステータ(3)の励磁巻線から出力信号を得る請求項1のねじれ量測定装置。

【請求項3】 前記入力側ステータ(1)の出力巻線と出力側ステータ(3)の出力巻線は複数相の巻線を有し、

それぞれ同相の巻線同士が相互に接続されている請求項1または2のねじれ量測定装置。

【請求項4】 前記出力信号は同期整流されてねじれ量を表す信号とされる請求項1～3のいずれかのねじれ量測定装置。

【請求項5】 少なくとも前記入力側ステータ(1)と出力側ステータ(3)との間には、磁気遮蔽手段(9)を有する請求項1～4のいずれかのねじれ量測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、自動車用のパワーステアリング装置のように、入力軸を回転させることによって、トーションバーをねじりながら入力軸および出力軸が回転するとともに、このときの入力軸と出力軸との相対回転量をレゾルバを介して検出してトルクを算出、測定するねじれ量測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図7～図10に示した従来の装置は、トーションバー101の一端を図示していない入力軸に固定し、他端を同じく図示していない出力軸に固定している。そして、ハンドルを回転して入力軸を回すと、入力軸と出力軸とは、トーションバー101をねじりながら回転する。この時のトーションバー101のねじれ量すなわち両軸の相対回転量を検出することによって、入力トルクを検出できる。上記のように両軸の相対回転量を検出するのがレゾルバ機構であるが、以下に、このレゾルバ機構を具体的に説明する。

【0003】 上記トーションバー101には、その入力軸側に入力側円筒ロータ102を固定し、その出力軸側に出力側円筒ロータ103を固定している。また、ハウ

10

20

30

40

50

シング104は、これら両ロータ102、103の周囲を囲むようにしている。上記ハウジング104の内周には、図8に示すように、環状の第1ヨーク105を設けるとともに、その第1ヨーク105内に第1コイル106を設けている。また、入力側円筒ロータ102の外周には、第1ヨーク105と対向する環状の第2ヨーク107を固定し、その中にも第2コイル108を設けている。そして、上記第1ヨーク105および第1コイル106と、第2ヨーク107および第2コイル108とで、磁気回路(回転トランス)を構成するようにしている。

【0004】 さらに、この入力側円筒ロータ102には、その円周上に第3ヨーク109を固定している。この第3ヨーク109の周囲には、位相を90°ずらした2種類のコイルからなる第3コイル110を巻き付けるとともに、この第3コイル110を、上記第2コイル108と接続している。一方、前記ハウジング104の内周には、上記第3ヨーク109および第3コイル110と対向する第4ヨーク111および第4コイル112を設けている。なお、この第4コイル112も、第3コイル110と同様に、位相を90°ずらした2種類のコイルからなる。これら各構成要素で、入力側レゾルバ機構R1を構成する。なお、図中符号113は第1コイル106に接続したリード線、114は第4コイル112に接続したリード線で、何れもハウジング104の外方に引き出している。

【0005】 入力側円筒ロータ102とハウジング104との間には、上記のようにした入力側レゾルバ機構R1を設けているが、出力側円筒ロータ103とハウジング104との間にも、この入力側と全く同様の出力側レゾルバ機構R2を設けている。そして、上記のレゾルバ機構を回路的に示したのが図9である。

【0006】 トーションバー101がねじれている場合、第1コイル106に交流電圧ER1を加えると、その電圧に応じて第1ヨーク105および第2ヨーク107に磁束が発生するとともに、その時の磁束密度に応じて、第2コイル108に交流電圧が誘起される。第2コイル108は、第3コイル110に接続しているので、この第3コイル110にも交流電圧が発生する。しかし、第3コイル110は、90°位相をずらした2種類のコイルからなるので、その発生電圧も、90°位相がずれたものになる。この第3コイル110に発生した交流電圧によって、第4コイル112に交流電圧が誘起され、この第4コイル112の交流電圧が、リード線114からハウジング104外に取り出される。

【0007】 上記ハウジング104外に取りだした出力電圧ES1とES2とは、次の通りである。

$$ES1 = kER1 \times \cos \theta_1 \quad ES2 = kER1 \times \sin \theta_1$$

【0008】 なお、上記kは、変圧比を示す。この時の出力電圧特性は、図10に示す通りである。上記の2つ

の式から θ_1 を算出することができる。この角度 θ_1 は、入力側円筒ロータ2の回転角度ということになる。このようにして算出された θ_1 は、レゾルバデジタル変換器(以降R/D変換器)を介して図示していないコンピュータに記憶される。また、同様にして、出力側レゾルバ機構R2からも、出力側円筒ロータ2の回転角度 θ_2 を検出してそれを上記コンピュータに入力する。そして、上記コンピュータは、入力側と出力側との相対角度 $\Delta\theta$ を、 $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$ として演算し、トーションバー1のねじれ角度であるこの相対角度 $\Delta\theta$ と、トーションバー1の剛性とからトルクを算出する。

【0009】上記のようにした従来の装置では、入力側と出力側との両方に、レゾルバ機構とR/D変換器を必要とする。そして、二組のレゾルバ機構から得られた信号を用いて $\Delta\theta$ を算出し、トルクを検出するので、その分、装置が高額になるという問題があった。また、上記のように $\Delta\theta$ を算出するための演算回路や、それらを引き回すための配線構造を必要とし、それを組み込むスペースも大きくせざるを得ず、それだけ装置全体も大型化したり、高価になるという問題があった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】この発明の目的は、簡単な構造で小型かつ低コスト化が可能なトルク測定装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的は、以下の構成により達成される。

(1) 円周方向に回動自在に配置された入力側ロータ(2)と出力側ロータ(4)とを有し、これら入力側ロータ(2)と出力側ロータ(4)との相対ねじれ量を検出するねじれ量測定装置であって、前記入力側ロータ(2)と周方向に対向する位置には所定間隔をおいて入力側ステータ(1)を有し、前記出力側ロータ(4)と周方向に対向する位置には所定間隔をおいて出力側ステータ(3)を有し、前記入力側ステータ(1)と出力側ステータ(3)は、それぞれ励磁巻線および出力巻線(5, 6)を有し、かつこの入力側ステータ(1)の出力巻線と出力側ステータ(3)の出力巻線とが相互に接続されているねじれ量測定装置。

(2) 前記入力側ステータ(1)の励磁巻線に励磁信号を入力し、出力側ステータ(3)の励磁巻線から出力信号を得る上記(1)のねじれ量測定装置。

(3) 前記入力側ステータ(1)の出力巻線と出力側ステータ(3)の出力巻線は複数相の巻線を有し、それぞれ同相の巻線同士が相互に接続されている上記(1)または(2)のねじれ量測定装置。

(4) 前記出力信号は同期整流されてねじれ量を表す信号とされる上記(1)～(3)のいずれかのねじれ量測定装置。

(5) 少なくとも前記入力側ステータ(1)と出力側

50

ステータ(3)との間には、磁気遮蔽手段(9)を有する上記(1)～(4)のいずれかのねじれ量測定装置。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明のねじれ量測定装置は、例えば図1に示すように同一軸上で円周方向に回動自在に配置された入力側ロータ2と出力側ロータ4とを有し、これら入力側ロータ2と出力側ロータ4との相対ねじれ量を検出するねじれ量測定装置であって、前記入力側ロータ2と周方向に対向する位置には所定間隔をおいて入力側ステータ1を有し、前記出力側ロータ4と周方向に対向する位置には所定間隔をおいて出力側ステータ3を有し、前記入力側ステータ1と出力側ステータ3は、それぞれ励磁巻線および出力巻線5, 6を有し、かつこの入力側ステータ1の出力巻線と出力側ステータ3の出力巻線とが相互に接続されているものである。

【0013】そして、前記入力側ステータの励磁巻線に励磁信号を入力し、出力側ステータの励磁巻線から出力信号を得る。

【0014】また、好ましくは前記入力側ステータの出力巻線と出力側ステータの出力巻線は複数相の巻線を有し、それぞれ同相の巻線同士が相互に接続されている。

【0015】図1についてさらに詳細に説明すると、ねじれ量測定装置であるレゾルバは、同一軸上で円周方向に回動自在に配置された入力側ロータ2と出力側ロータ4とを有する。この入力側ロータ2と出力側ロータ4には図示しないねじれ量を検出するための回転体が接続される。この回転体は、一方が他方に対して相対的に異なる変位量(回転量)を有するものであれば特に限定されるものではないが、好ましくは相対的な変位量の差が±4.5°以内、特に±0～±2.5°程度が好ましい。

【0016】ロータ2, 4は、変形した円筒ないし円盤状の磁性体であって、その外側面と、ステータ1, 3の各磁極とのギャップが回転動作により変化し、励磁巻線、出力巻線により回転変位量に応じた出力信号が得られるよう形成されている。この形状は、その中心軸が固定子の中心軸とされた円盤状、あるいは円筒状の回転体としてもよいが、後述のように、高調波歪を除去するために、所定の極数でその外周が特殊曲線の突部を有する形状とすることが好ましい。

【0017】ロータ2, 4の好ましい形状について説明する。ロータ2, 4の形状は、通常のパリアブルリラクタンス型レゾルバの回転子の形状を決定する手法を用いることができるが、好ましくは、特許第2698013号に記載されている手法を用いる。

【0018】ロータ2, 4はN個の突極を有する磁性材で巻線を設けない構造において、励磁巻線の電流によって生ずる起磁力と突極によるギャップバーミアンスの変動との作用で、ロータが全円周の1/N動くときに、その磁束密度のピーク値の空間的位置は全円周の1/N動くことを利用する。

【0019】この磁束密度による出力巻線への誘導電圧は、励磁巻線を単相とし、出力巻線を2相または3相とした場合には、ロータの全円周の $1/N$ の動きを1周期とする正弦波形の2相または3相電圧となり、励磁巻線を2相とし、出力巻線を単相とした場合には、ロータが全円周の $1/N$ 動くときに振幅が一周期（電気角 2π ）変化する正弦波電圧となる。これらの電圧と回転子位置との関係は、現在使用されているレゾルバあるいはシンクロの場合と同一である。

【0020】この方式においては、誤差の原因となる出力巻線の誘導電圧に含まれる高調波成分を最小にすることが重要である。本発明では、N個の突極によるギャップバーミアンス係数のロータ位置 θ による変動が $c_0 \cos(N\theta)$ に比例する値となり、これに対する高調波成分が極めて小さくなるような突極形状とすることによって、これを実現できる。

【0021】また、前記入力側ロータ2と周方向に対向する位置には所定間隔をおいて入力側ステータ1を有し、前記出力側ロータ4と周方向に対向する位置には所定間隔をおいて入力側ステータ3を有する。これらのステータ1、3はレゾルバケース7に固定されている。
20

【0022】ステータ1、3は、中空環状の磁性体であって、その軸中心方向には突出した複数の磁極を有し、これらの磁極間に巻線が巻回されるスロットを有する構成となっている。

【0023】このようなステータの磁極には、励磁巻線と出力巻線5、6とが巻回される。励磁巻線は磁界発生用の巻線であり、出力巻線はこの励磁巻線により発生し、ロータの回転移動によって変化する磁界により励起される励起電圧を取り出す巻線である。出力巻線は発生する誘起電圧分布が正弦波分布となるように分布巻きにすることが好ましい。

【0024】また、例えば図6に示すように、入力側ステータ1の励磁信号によって出力側出力巻線を直接電磁誘導しないように磁気遮蔽手段9を有することが好ましい。磁気遮蔽手段としては、磁気を遮ぎうるものであれば特に限定されるものではないが、例えば磁性材による遮蔽板のようなものを設ければよい。なお、図6におけるその他の構成は図1と同様であり、同一構成要素には同一符号を付して説明を省略する。
30

【0025】このように、入力側ロータ2と入力側ステータ1とにより入力側のレゾルバが構成され、出力側ロータ4と出力側ステータ3とにより出力側のレゾルバが構成される。この2つのレゾルバにより入力側と出力側の変位量を電気信号として検出することができる。

【0026】本発明では入力側ステータの出力巻線と出力側ステータの出力巻線とを相互に接続する。具体的には、例えば図2に示すように、入力側のステータ1には、励磁巻線5aと、出力巻線5b、5cが巻回され、出力側のステータ3には、励磁巻線6aと、出力巻線6

b、6cが巻回されている。

【0027】そして、この例では2相の出力巻線のうち、入力側第1相の出力巻線5bの端子S1、S2と、出力側第1相の出力巻線6bの端子S11、S12とをそれぞれ接続する。同様に入力側第2相の出力巻線5cの端子S3、S4と、出力側第2相の出力巻線6cの端子S13、S14とをそれぞれ接続する。このようにして互いの出力巻線同士を接続することにより、入力側の励磁巻線5aの端子R1、R2間に入力信号ERIを加えると、出力側の励磁巻線6aの端子R11、R12間にには以下の式で表される出力信号ERoが表れる。

【0028】すなわち下記式の入力信号

$$ERI = E \sin \omega t$$

を端子S1、S2間に与えると、入力側の変位量 θ に応じて、出力巻線5b、5cの端子S1-2、S3-4間にには、

$$ES1-2 = K_i E \sin \omega t \cdot \cos(X \cdot \phi)$$

$$ES3-4 = K_i E \sin \omega t \cdot \sin(X \cdot \phi)$$

が表れる。そして、これが出力巻線6b、6cの端子S11-12、S13-14間に印加されるので、出力側の励磁巻線6aの端子R11、R12間にには、出力側の変位量 θ に応じて、出力電圧

$$ERo = K_o \sin \omega t \cdot \sin X(\phi - \theta)$$

$(K_i, K_o : \text{変圧比}, X : \text{軸倍角} (X = 1 \sim 8, \text{特に } 2 \sim 8))$ が得られる。

【0029】得られた出力波形は励磁信号 $E \sin \omega t$ が重畠しているので、これを検波回路、整流回路等により重畠している励磁信号成分を除去することにより、変位角、つまりねじれ量に対応した信号、

$$K \sin X(\phi - \theta) \quad [K : \text{変圧比(係数)}]$$

が得られる。

【0030】本発明では、得られた信号のうち、線形領域のみを抽出して用いることが好ましい。すなわち、本発明のねじれ量測定装置は、回転量のうち 360° 全角を測定する必要はなく、通常のステアリングであれば、 $\pm 20^\circ$ 以内、好ましくは $\pm 15^\circ$ 以内の変位角を測定できれば十分である。このため、得られた出力信号、 $\sin X(\phi - \theta)$

のうち、線形領域が上記測定角の中にあるようにすれば、変位量（ねじれ量）を線形信号に置き換えることができる。

【0031】

【実施例】次に、図を参照しつつ本発明の好適な実施例について説明する。図3に示すねじれ量測定装置は、車両のパワーステアリングにおけるトーションバーのねじれ量を測定する例を示している。

【0032】図において、入力側ロータ2と出力側ロータ4には、それぞれトーションバー13の入力軸、出力軸が接続されている。その他の構成は図1に示した測定装置と同様であり、同一構成要素には同一符号を付して

説明を省略する。なお、2つのレゾルバはハウジングケース8内に納められている。また、この例では軸倍角Xを4とした。

【0033】このような構成のねじれ量測定装置において、入力側の励磁入力R1, R2に励磁入力電圧 $E \sin \omega t$ を与えると、ねじれ角度を応じた信号

$$ER_o = K \sin \omega t \cdot \sin 4(\phi - \theta)$$

が出力される。

【0034】得られた出力信号は単一の出力であり、出力信号線はR11-R12に対応した一对の信号線で取り出せる。このため、従来8本必要であった信号線が、半分以下となり、信頼性が2倍以上に向上する。

【0035】次に、得られた出力信号 ER_o を図4に示すような同期整流回路の入力端子IN1に与えた。この同期整流回路は、2つのオペアンプOP1, OP2と抵抗R1~5による増幅回路と、この増幅回路の出力を時分割してスイッチングするアナログスイッチSWとを有する。そして、オペアンプOP3およびコンデンサC1、抵抗R7, 8で構成されるロウバスフィルターにより、前記アナログスイッチSWの出力から高周波成分を除去する。また、他の入力端子IN2に入力された励磁信号 $E \sin \omega t$ は、コンバレータOP4および抵抗R6, 9, 10で構成されるコンバレータ回路により矩形信号に変換され、アナログスイッチSWを駆動する。

【0036】これにより、入力端子IN1に入力された信号、

$$K \sin \omega t \cdot \sin 4(\phi - \theta)$$

から、他の入力端子IN2に与えられた励磁信号成分 $E \sin \omega t$ が、この信号に同期するアナログスイッチにより除去され、さらに高周波成分が除かれてその出力端子OUTには、

$$K \sin 4(\phi - \theta)$$

が得られる。得られた出力信号を図5に示す。

【0037】そして、図中Rで示される領域が線形領域であり、この領域±rは好ましく±22.5°以内、より好ましくは±20°以内である。本発明のねじれ量測定装置を通常のステアリング制御に用いた場合、±10*

* 以内的変位角測定で十分である。従って、上記線形領域の信号を利用することにより、A/D変換を行うRD変換器を用いることなく、安価なオペアンプとコンバレータを組み合わせた同期整流回路で変位量に応じた線形信号を得ることができ、しかも配線の数も1/4にできることが分かる。

【0038】すなわち、2つの信号波形から△θを演算する必要がなくなり、演算回路を必要としなくなり、配線の本数も少なくなるので、従来の装置に比べて、コストを著しく低減できる。また、レゾルバに付随する部品点数を少なくできるということは、装置全体も小型化が可能になり、設置スペースの小さい所にも用いることができるとともに、全体的にコストを低減できる。また、部品点数、特に配線が少なくなるので、信頼性も向上する。したがって、レゾルバ機構の製造も極めて簡単になる。

【0039】

【発明の効果】以上のようにこの発明のねじれ量測定装置によれば、簡単な構造で小型かつ低コスト化が可能なトルク測定装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のねじれ量測定装置の断面図である。

【図2】図1の励磁巻線および出力巻線の回路図である。

【図3】実施例の要部断面図である。

【図4】同期整流回路の一例を示す回路図である。

【図5】図4の回路の出力電圧特性図である。

【図6】ねじれ量測定装置の他の構成例を示した断面図である。

【図7】従来の装置の概略図である。

【図8】レゾルバ機構の断面図である。

【図9】回路図である。

【図10】出力電圧特性図である。

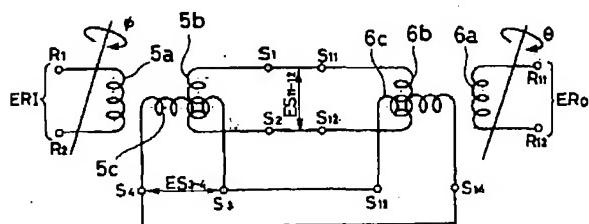
【符号の説明】

1, 3 ステータ

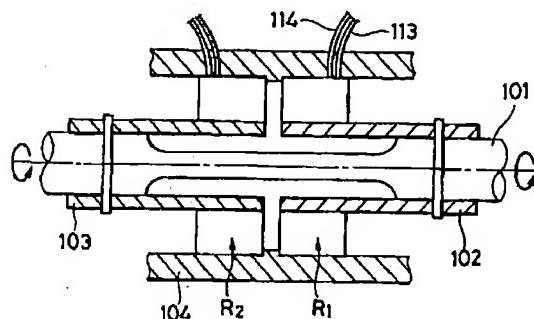
2, 4 ロータ

5, 6 出力巻線

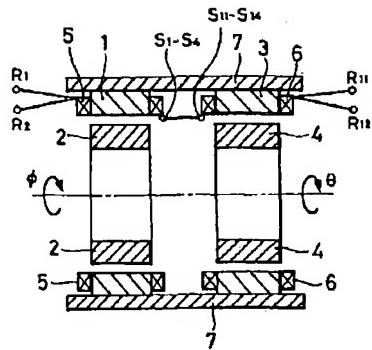
【図2】



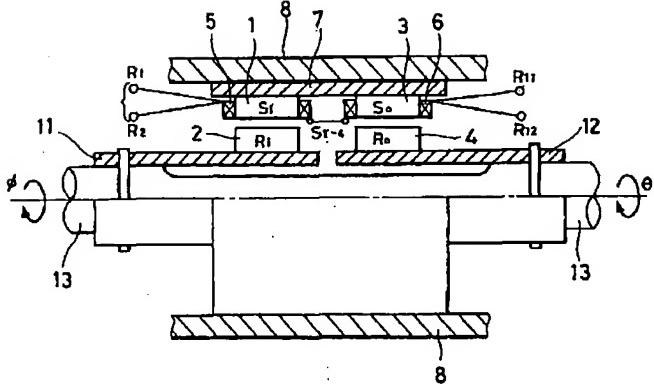
【図7】



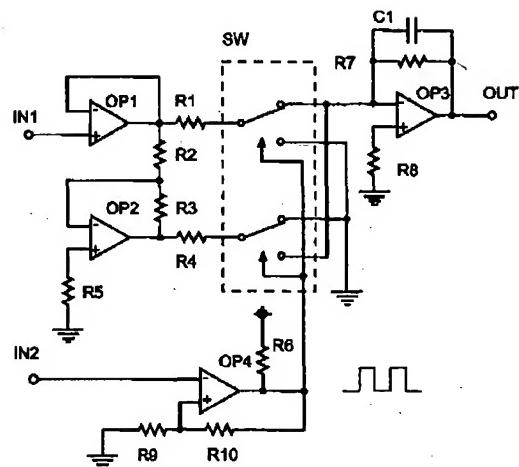
【図1】



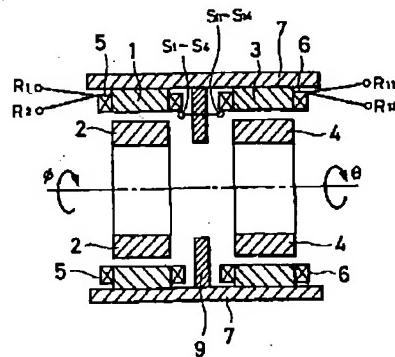
【図3】



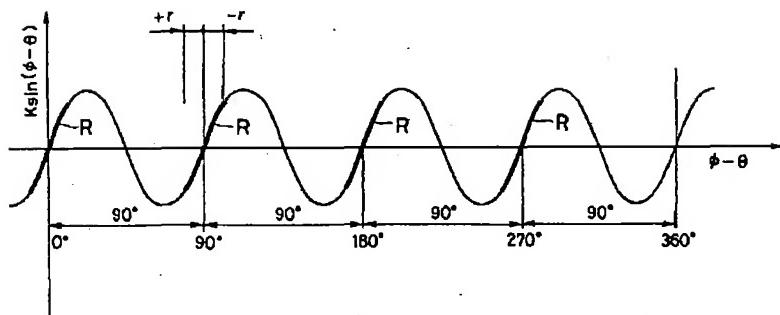
【図4】



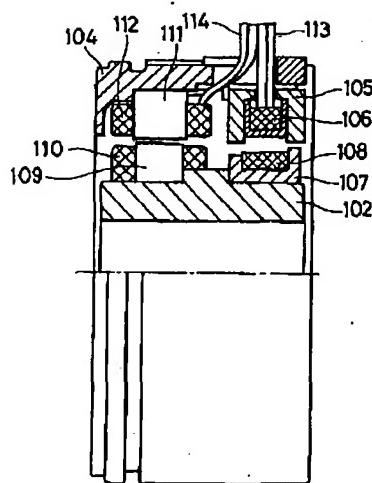
【図6】



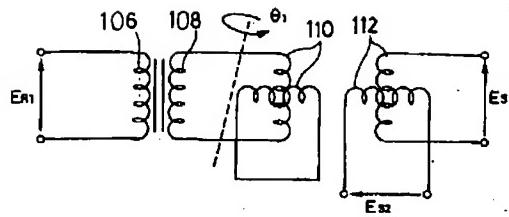
【図5】



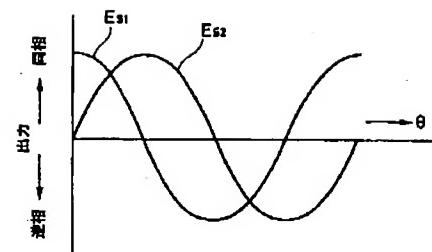
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

G 01 L 3/10

5/22

H 02 K 24/00

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 01 L 3/10

Z

5/22

H 02 K 24/00

F ターム(参考) 2F051 AA01 AB05 BA03
 2F063 AA34 BA08 CA34 CA40 DA05
 DD03 EA03 GA22 KA01 KA02
 LA30
 2F077 AA21 AA43 FF03 FF13 FF34
 FF39 TT21 TT82 UU26
 3D033 CA28 DB05